

机电制造过程中的自动化与智能化技术应用

李宁波 陈一鸣 王明帅

宁波弘泰水利信息科技有限公司 浙江 宁波 315000

摘要: 在机电制造领域,自动化与智能化技术的应用成为行业发展核心动力。自动化技术借助数控机床、工业机器人等实现生产流程自动化,智能化技术贯穿设计、检测与物流等环节,显著提升生产效率与产品质量。然而,技术集成复杂、专业人才匮乏、安全隐患及高昂投资等问题制约其发展。未来,随着人工智能深度融合、物联网广泛应用,人机协作将更紧密,绿色制造也将成为重要方向,推动机电制造迈向高质量发展新阶段。

关键词: 机电制造过程;自动化;智能化技术;应用

引言:在全球制造业加速转型升级的背景下,机电制造行业正经历前所未有的变革。传统制造模式效率低、成本高、灵活性差的弊端日益凸显,难以适应市场对产品多样化、高精度的需求。自动化与智能化技术凭借其精准控制、智能决策和高效协同的优势,成为破解行业发展瓶颈的关键。从智能设计优化产品性能,到自动化生产提升制造效率,再到智能检测保障产品质量,这些技术全方位重塑机电制造产业格局。探究其应用、挑战与趋势,对推动行业可持续发展具有重要现实意义。

1 自动化与智能化技术概述

1.1 自动化技术

自动化技术是指在无人直接参与的情况下,利用控制理论、计算机技术、传感器技术等,使生产过程、管理流程或其他活动按照预定程序或指令自动进行的技术。其核心在于通过对系统的精确控制,减少人工干预,提高生产效率与稳定性。在机电制造领域,自动化技术的应用极为广泛。例如,数控机床通过编程指令,可自动完成零件的切削、钻孔、铣削等加工工序,相比传统机床,不仅加工精度更高,还能实现复杂零件的高效生产;自动化生产线将各类加工设备、输送装置与系统集成,实现物料的自动传输、加工与装配,大幅提升生产效率,降低生产成本。此外,自动化技术还应用于质量检测、设备监控等环节,通过实时数据采集与分析,保障生产过程的稳定运行,减少人为因素导致的误差与故障。

1.2 智能化技术

智能化技术是基于人工智能、大数据、云计算、物联网等先进技术,赋予系统自主感知、学习、决策与执行能力的技术体系。它强调系统对环境变化的自适应与智能响应。在机电制造中,智能化技术贯穿产品全生命周期。在设计环节,借助人工智能算法与大数据分析,

可快速优化产品结构与参数,缩短设计周期;智能检测系统通过图像识别、机器学习算法,能够精准检测产品缺陷,相比传统检测方式,效率与准确率大幅提升;智能物流系统利用物联网技术,实现物料的自动识别、跟踪与调度,保障生产物料的及时供应。此外,智能化技术还能实现设备的预测性维护,通过对设备运行数据的实时分析,提前发现潜在故障并制定维护策略,减少设备停机时间,提高设备利用率^[1]。

2 自动化与智能化技术在机电制造中的应用

2.1 智能设计环节

在机电产品设计过程中,智能设计技术打破了传统设计模式的局限。借助计算机辅助设计(CAD)软件与人工智能算法,设计师能够快速构建产品三维模型,并通过模拟仿真技术对产品性能进行虚拟测试。例如,利用有限元分析(FEA),可在设计阶段对机电产品的力学性能、热传导性能等进行精准分析,提前发现结构设计中的潜在问题,避免因设计缺陷导致的后续修改,大幅缩短设计周期。此外,大数据与机器学习技术的应用,使系统能够分析海量历史设计数据和市场需求信息,为设计师提供设计灵感与优化建议,实现产品功能与用户需求的精准匹配。在电机设计中,通过智能设计系统,可自动优化电机绕组参数、磁路结构,在提高电机效率的同时降低能耗。智能设计环节不仅提升了设计效率与质量,还推动机电产品向更节能、更智能的方向发展。

2.1.1 数控机床的应用

数控机床作为机电制造自动化生产的核心设备,通过计算机控制系统对加工过程进行精确控制。它将数字化的加工指令转化为机床各坐标轴的运动,实现对零件的自动化加工。在加工复杂形状的机械零件时,数控机床凭借其高精度的定位与快速的进给速度,能够高效完成铣削、车削、磨削等多种加工工艺。例如,航空航天

领域的发动机叶片，其曲面形状复杂，传统机床难以加工，而数控机床可通过五轴联动技术，精确控制刀具路径，一次装夹即可完成叶片的整体加工，显著提高加工精度与表面质量。同时，数控机床配备的自动换刀装置和工件自动装夹系统，能够减少人工干预，实现长时间连续加工。此外，数控机床还可通过网络连接，接入工厂智能制造系统，实现生产数据的实时采集与监控，便于管理者及时掌握生产进度，优化生产调度，进一步提升生产效率与管理水平。

2.1.2 工业机器人的应用

工业机器人在机电制造自动化生产中发挥着不可或缺的作用。它具有高灵活性、高重复定位精度和可编程性等特点，能够替代人工完成搬运、装配、焊接、喷涂等多种复杂工作。在汽车制造领域，工业机器人广泛应用于车身焊接环节，通过多台机器人协同作业，可实现汽车车身各部件的精准焊接，相比人工焊接，不仅效率提升数倍，而且焊接质量更加稳定，大幅降低了车身焊接缺陷率。在电子产品制造中，小型精密工业机器人凭借其高精度的操作能力，能够完成芯片贴装、电路板焊接等精细工作，满足电子产品微型化、高精度的制造要求。此外，随着人工智能技术的发展，工业机器人逐渐具备了视觉识别、力觉感知等功能，使其能够更好地适应复杂多变的生产环境，实现与人类的安全协作。例如，协作机器人可在人工辅助下完成重型机电设备的装配工作，提高装配效率的同时保障操作人员安全。

2.1.3 自动化生产线的构建

自动化生产线是将多台加工设备、输送装置、检测设备和控制系统进行有机集成，实现产品从原材料投入到成品产出全过程自动化的生产系统。在机电制造行业，自动化生产线的构建有效整合了各个生产环节，极大地提高了生产效率与产品质量一致性。以电机生产为例，自动化生产线涵盖了定子绕线、转子压铸、电机装配、性能检测等多个工序。物料通过自动化输送系统在各工序间流转，加工设备根据预设程序自动完成相应操作，检测设备实时对产品质量进行检测，一旦发现不合格产品，系统将自动进行标记并剔除。同时，自动化生产线还可通过信息化管理系统，实现对生产数据的实时采集与分析，帮助企业管理者优化生产流程、调整生产计划。此外，模块化设计理念在自动化生产线中的应用，使其能够根据产品型号和生产需求的变化，快速进行设备重组与程序调整，提高生产线的柔性化程度，满足市场多样化的需求。

2.2 智能检测环节

智能检测技术在机电制造中保障了产品质量与生产可靠性。它融合了机器视觉、传感器技术、人工智能算法等，能够实现对产品外观、尺寸、性能等多维度的精准检测。机器视觉系统通过高清摄像头采集产品图像，利用图像识别算法对产品表面缺陷、装配错位等问题进行快速检测，相比人工目检，具有检测速度快、准确率高且不受主观因素影响的优势。在汽车零部件检测中，智能检测设备可在短时间内完成对发动机缸体尺寸、表面粗糙度等参数的精确测量，及时发现加工误差，确保零部件质量符合标准。此外，基于振动、温度、电流等传感器数据的智能诊断技术，能够对机电设备运行状态进行实时监测，通过机器学习算法分析数据特征，提前预测设备故障，实现设备的预测性维护。

2.3 智能物流环节

智能物流环节为机电制造提供了高效、精准的物料供应与产品配送服务。它借助物联网、自动化仓储、智能分拣等技术，实现了物料从入库、存储、分拣到配送的全流程智能化管理。自动化立体仓库利用堆垛机和货架系统，实现了物料的高密度存储与自动化存取，相比传统仓库，大幅提高了仓储空间利用率和物料存取效率。智能分拣系统通过条形码、二维码或 RFID 技术对物料进行识别，结合智能算法规划最优分拣路径，将物料准确分配到相应的生产线或配送区域。在机电产品生产过程中，智能物流系统可根据生产计划自动调度物料，确保生产线上物料的及时供应，避免因物料短缺导致的生产停滞。同时，通过对物流数据的实时监控与分析，企业能够优化物流路线、合理安排配送计划，降低物流成本^[2]。

3 自动化与智能化技术在机电制造应用中面临的挑战

3.1 技术集成难度大

机电制造涉及机械、电子、控制等多学科技术，自动化与智能化技术应用需将数控机床、工业机器人、智能检测系统等不同技术设备与软件平台深度融合。然而，各设备与系统间通信协议、数据格式差异大，不同厂商产品兼容性差，导致信息交互不畅，系统协同困难。例如，自动化生产线中数控机床与工业机器人的联动控制，因接口标准不统一，常出现指令延迟或执行偏差，影响生产效率与产品质量。

3.2 人才短缺

自动化与智能化技术的应用需要既懂机电制造原理，又掌握人工智能、大数据等先进技术的复合型人才。但当前教育体系中，相关专业课程设置滞后，实践教学不足，培养的人才难以满足企业需求。企业内部缺

乏完善的人才培养机制，外部高水平人才竞争激烈，导致既熟悉设备操作又能进行系统维护与优化的专业人才匮乏，限制了新技术在机电制造中的应用与推广。

3.3 安全与可靠性问题

自动化与智能化系统运行依赖复杂的软硬件设备与网络环境，易受网络攻击、软件漏洞、硬件故障等威胁。机电制造中，一旦智能设备出现故障或控制系统被恶意入侵，可能导致生产中断、产品质量缺陷，甚至引发安全事故。如工业机器人失控可能对操作人员造成伤害，智能检测系统误判会使不合格产品流入市场，严重影响企业声誉与生产安全。

3.4 投资成本高

引入自动化与智能化技术需购置先进设备、开发或采购软件系统、搭建网络基础设施，前期资金投入巨大。例如，一条智能化机电产品生产线的建设成本高达数千万元，此外，系统的日常维护、软件升级、设备更新等也需持续投入。对于中小企业而言，高额的投资成本超出其承受能力，即便大型企业，也面临投资回报周期长、资金压力大的问题，阻碍了技术的广泛应用。

4 自动化与智能化技术在机电制造中的发展趋势

4.1 人工智能技术的深度融合

未来，人工智能技术将在机电制造中实现更深度融合。机器学习算法可对海量生产数据进行实时分析，自动优化加工参数、预测设备故障，使生产过程具备自主决策能力。例如，在数控机床加工中，通过深度学习分析切削力、温度等数据，动态调整切削速度和进给量，提升加工精度与效率。在产品的设计环节，生成式人工智能能依据用户需求快速生成多种设计方案，并进行智能评估与优化，大幅缩短研发周期。

4.2 物联网与工业互联网的广泛应用

物联网与工业互联网将在机电制造领域广泛普及，构建起全面互联的制造生态。通过传感器与通信技术，设备、物料、产品等要素将实现互联互通，生产数据可实时上传至云端进行存储与分析。企业管理者能够远程监控生产全流程，及时掌握设备运行状态、物料库存等信息，实现精准化生产调度。不同企业间也可通过工业

互联网平台共享资源与数据，开展协同设计、制造与服务，优化产业链资源配置。

4.3 人机协作的进一步发展

人机协作将在机电制造中进一步深化。随着传感器与控制技术的进步，工业机器人将具备更灵敏的感知能力，能够实时感知操作人员的动作意图，实现安全、高效的协同作业。例如，在重型机电设备装配中，协作机器人可辅助工人完成部件搬运与定位，降低劳动强度，提高装配精度。同时，虚拟现实（VR）、增强现实（AR）技术将为操作人员提供更直观的操作界面与指导，帮助其快速掌握复杂设备的操作技能。

4.4 绿色制造与可持续发展

绿色制造与可持续发展成为机电制造重要趋势。自动化与智能化技术将助力企业实现节能减排与资源高效利用。智能能源管理系统可实时监控设备能耗，通过优化生产调度与能源分配，降低单位产品能耗。在产品的设计阶段，利用生命周期评估（LCA）技术，可全面分析产品从原材料获取到报废处理的环境影响，指导设计人员采用环保材料与工艺，提高产品的可回收性与再制造性^[3]。

结束语

自动化与智能化技术深度重塑了机电制造行业格局，从智能设计优化产品性能，到自动化生产提升效率，再到智能检测与物流保障品质与供应，全方位推动行业向高效、精准方向发展。然而，技术集成难题、人才缺口、安全隐患及高成本投入，仍是制约其进一步普及的关键因素。未来，随着人工智能、物联网等技术的持续创新，人机协作将更为紧密，绿色制造理念也将加速落地。

参考文献

- [1]郑耀廷.机电自动化技术在工程机械制造中的应用研究[J].中国机械, 2024, (22): 177-180
- [2]陆小健, 丁苗江, 夏君君.机电自动化技术在机械制造中的应用问题及解决对策[J].造纸装备及材料, 2023, 52(11): 176-178
- [3]祝恩治.机电自动化在工程机械制造中的应用技术分析[J].居业, 2024, (02): 231-233